مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و هفتم، ۱۳۹۸

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مطالعه برهمکنش کودهای زیستی، نیتروژن معدنی و پیش‌تیمار آبی بر صفات سبز شدن و اجزای عملکرد گیاه نخود(*Cicer arietinum* L.)

ابوالفضل باغبانی آرانی[۱]، ظهراب اداوی[۲]، طیبه بختیاری[۳]

دریافت: ۹۵/۱۰/۲۹ پذیرش: ۹۶/۵/۳۱

چکیده

نخود در بین حبوبات سومین محصول مهم به شمار می‌رود که به‌صورت وسیعی در سرتاسر آسیا و خاورمیانه کشت می‌شود. به‌منظور بررسی تأثیر پیش‌تیمار آبی مزرعه‌ای بذر و دو کود زیستی بر ویژگی‌های سبز شدن و عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) آبی رقم آرمان آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کرمانشاه طی سال ۱۳۹۵ انجام شد. عامل‌های آزمایشی شامل کود آغازگر نیتروژن (۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره)، کود زیستی (قارچ ریشه یا میکوریزا، ازتوباکتر، کاربرد توأم، بدون کاربرد) و پیش‌تیمار کردن (با و بدون) بودند. نتایج نشان داد پیش‌تیمار کردن درصد سبز شدن را ۷/٦ و سرعت سبز شدن را در تلقیح با قارچ ریشه و کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود در هکتار نیتروژن توصیه شده ۱۹/۸ درصد در مقایسه با بذرهای پیش‌تیمار نشده در حالت بدون کاربرد نیتروژن و کود زیستی افزایش داد. بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک و دانه به ترتیب ۸۲۳/۷ و ۳۰٤ گرم در مترمربع بود که از بذرهای پیش‌تیمار شده و کاربرد توأم کودهای زیستی به ترتیب با کاربرد ۵۰ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد که نسبت به شاهدهای خود در آن سطح کودی به ترتیب ۱٤۷ و ۲۵۰ درصد (۱/٤۷ و ۲/۵۰ برابر) بیشتر بودند. در این بررسی بیشترین شاخص برداشت و شمار غلاف در مترمربع از تیمار پیش‌تیمار شده و کاربرد توأم دو کود زیستی با کاربرد ۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن به‌دست آمد. بنابراین پیش‌تیمار آبی بذر و کاربرد توأم کودهای زیستی می‌توانند به عنوان راهکاری مناسب برای جایگزینی بخشی از کودهای شیمیایی مد نظر قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر، سبز شدن، اجزای عملکرد، قارچ ریشه

اداوی ظ. و ط. بختیاری. ۱۳۹۸. مطالعه برهمکنش کودهای زیستی، نیتروژن معدنی و پیش‌تیمار آبی بر صفات سبز شدن و اجزای عملکرد گیاه نخود(*Cicer arietinum* L.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۷: ۲۲۷-۲۱۷.

۱- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور

۲- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور – مسئول مکاتبات. adavi@pnu.ac.ir

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) بزرگترین لگوم غذایی در جنوب آسیا و پس از نخود فرنگی و لوبیا، سومین لگوم مهم جهان محسوب می‌شود (ایکریست، ۲۰۱۰). استقرار سریع و به هنگام بذرهای کاشته شده عامل کلیدی در رسیدن به توان بالقوه عملکرد خواهد بود (هاریس، ۲۰۰۱). هیدروپرایمینگ بذر یکی از شیوه‌های مدیریتی قبل از کاشت بذر در راستای تسریع در ظهور گیاهچه، سبز شدن و بالابردن عملکرد می‌باشد که طی آن بذور را تا زمان معینی خیس و سپس خشک می‌کنند (مانونمانی و همکاران، ۲۰۱٤). از جمله مزایای این روش آن است که استفاده از مواد شیمیایی را کاهش می‌دهد و از دور ریختن موادی که ممکن است مضر بوده و با محیط ناسازگار باشند، جلوگیری می‌کند (مورونگو و همکاران، ۲۰۰۳). پیش‌تیمار کردن مزرعه‌ای یکی از روش‌های پیش‌تیمار کردن بذر است که به دلیل کم هزینه بودن به طور گسترده‌ای استفاده می‌شود (باکر و ایگو، ۲۰۰۹). طی آزمایشی، خیساندن بذر نخود در آب باعث افزایش سبز شدن بذر و عملکرد دانه در مقایسه با بذور شاهد در شرایط مزرعه گردید (سلیمی و همکاران، ۱۳۸۹). پیش‌تیمار آبی به مدت ۲٤ ساعت، باعث سرعت سبز شدن گیاهچه پنبه گردید (سلطانی و همکاران، ۱۳۸٦). طی آزمایشی، اسموپرایمینگ و هیدروپرایمینگ، باعث افزایش قطر پانیکول و در نتیجه تعداد دانه در پانیکول سورگوم گردید و وزن هزار دانه نیز افزایش یافت (بورل و همکاران، ۲۰۰۰). پیش‌تیمار آبی و اسمزی با مانیتول ٤ درصد باعث افزایش بیوماس گیاه نخود، تعداد گل‌ها، تعداد شاخه‌ها، تعداد غلاف‌ها و تعداد بذرهای هر بوته گردید که در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه شد (کائور و همکاران، ۲۰۰۵). آمار بیست سال گذشته سازمان خواروبار جهانی نشان می‌دهد که روش‌های کشاورزی رایج در سطح دنیا موفقیت قابل قبولی را در استفاده و مدیریت منابع نداشته و با اتکای بیش از حد به نهاده‌های مصنوعی و تزریق انرژی‌های کمکی مانند کودها و سموم شیمیایی باعث ناپایداری اکوسیستم-های زراعی شده است (رابرت، ۲۰۰۸). اصطلاح کودهای زیستی، منحصراً به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی‌شود، بلکه ریز جانداران باکتریایی و قارچی مفید و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها نیز از جمله کودهای زیستی محسوب می‌شوند که باکتری‌های افزاینده رشد گیاه از مهم‌ترین انواع آن‌ها هستند. این گروه از باکتری‌ها علاوه بر افزایش فراهمی زیستی عناصر معدنی خاک، از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، مهار عوامل بیماری‌زا و تولید مواد تنظیم کننده رشد گیاه، عملکرد گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار می-دهد (استورز و کریستی، ۲۰۰۷). کاربرد کودهای زیستی به ویژه باکتری‌های افزاینده رشد گیاه، مهم‌ترین راهبرد در مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی برای سیستم کشاورزی پایدار با نهاده کافی به صورت تلفیق مصرف کودهای شیمیایی با کاربرد باکتری‌های مذکور است (شارما، ۲۰۰۳). باکتری ازتوباکتر از طریق تولید متابولیت‌های محرک رشد مانند اکسین، سیتوکینین، جیبرلین می-تواند بر رشد رویشی گیاه تأثیر گذاشته و وزن اندام‌های هوایی را افزایش دهد (کارلتی، ۲۰۰۲). یساری و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند کاربرد تلفیقی کود زیستی و شیمیایی نیتروژنه، عملکرد و اجزای عملکرد کلزا را در مقایسه با تیمار شاهد (گیاهان تیمار شده با ازتوباکتر و عدم مصرف کود شیمیایی نیتروژنه) افزایش می‌دهد. قارچ ریشه (میکوریزا) هم یکی از انواع کودهای زیستی هستند که دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی بوده و با افزایش جذب عناصر غذایی (مانند فسفر، نیتروژن و برخی عناصر کم‌مصرف)، افزایش جذب آب، افزایش مقاومت در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده سبب بهبود رشد، نمو و عملکرد گیاهان میزبان در نظام های کشاورزی پایدار می‌شوند (سیلویا و ویلیامز، ۱۹۹۸). در گیاه نخود با تلقیح میکوریزا گولوموس، تعداد گره‌ها، وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی افزایش یافت (گارگ و چندل، ۲۰۱۱). سلیمان و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی واکنش بذر نخود به تلقیح قارچ میکوریزا و ازتوباکتر مشاهده کردند که تمامی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده (ارتفاع بوته، تعداد گره و وزن خشک گره) نسبت به شاهد برتری داشت. هامدا و همکاران (۲۰۰۷) نیز بر همکنش‌های مثبت هم‌افزایی بین قارچ میکوریزا و باکتری‌های محرک رشد تثبیت کننده‌های نیتروژن و سودوموناس را گزارش کردند. هدف از اجرای این تحقیق، بررسی تأثیر کاربرد تلفیقی پیش‌تیمار کردن بذر و دو نوع کود زیستی به همراه کاربرد متعادل کود شیمیایی نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار و تابستان ۱۳۹۵ در مزرعه آموزشی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه با موقعیت ٤٧ درجه و ٤ دقیقه شرقی و ۱۹ درجه و ۳٤ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا انجام شد. منطقه مورد بررسی از نظر اقلیمی جزء مناطق معتدل و کوهستانی، با میانگین بارندگی سالیانه ۳٥٦ میلی‌متر و میانگین دمای ۲٤ درجه سلسیوس در گرم‌ترین ماه سال بنابر آمار هواشناسی ٤۰ ساله است. مشخصات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک محل آزمایش نیز در جدول ۱ ملاحظه می‌شود. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل‌های مورد بررسی شامل سه میزان کاربرد کود آغازگر نیتروژن ۰، ۲۵، ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره با ٤٦ درصد نیتروژن خالص، چهار سطح کود زیستی شامل (قارچ ریشه، ازتوباکتر، کاربرد توأم هر دو کود زیستی، هیچکدام) و ۲ سطح بدون پیش‌تیمار و با پیش‌تیمار با آب معمولی در نظر گرفته شدند. کود زیستی قارچ ریشه آربوسکولار گونه گلوموس موسه آ با ۱۵۰ اسپور قارچ در هر گرم، از موسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه شد که به میزان ۲۰ گرم در هر متر مربع زمین به صورت نواری در کنار بذر هنگام کاشت استفاده شد. در ضمن کود زیستی ازتوباکتر (10^8 باکتری در هر گرم مایع تلقیح) به میزان ۱۰۰ گرم در هر هکتار از طریق آغشته کردن به بذر، مصرف شد. مدت زمان انجام پیش‌تیمار ۸ ساعت بود و بذرها پس از پیش‌تیمار شدن به طور سطحی خشک و کشت شدند. کود نیتروژن هم زمان با کاشت مطابق تیمارها و به صورت جای‌گزاری در داخل شیارهای موازی خطوط کشت مورد استفاده قرار گرفت. نخود مورد بررسی رقم آرمان بود که از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه تهیه شد. هر کرت شامل شش ردیف کاشت به طول ۳ متر و فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر و تراکم کشت ۳٦۰۰۰۰ در هکتار بود. فاصله بین تکرارها ۲ متر و فاصله بین کرت‌ها یک متر در نظر گرفته شد. کاشت در ۱۰ فروردین ماه انجام شد و آبیاری زمین بدون فاصله زمانی پس از کاشت با سامانه بارانی صورت گرفت و پس از آن دور آبیاری حدود هر ۷ روز یکبار تا پایان دوره رشد تنظیم شد. مبارزه با علف‌های هرز نیز به صورت دستی انجام گرفت. برای تعیین سرعت ظهور گیاهچه، هر روز و در مدت ۱۰ روز در یک خط کاشت مشخص از هر واحد آزمایشی گیاهچه‌های ظاهر شده شمارش شدند و با معکوس کردن متوسط مدت زمان خروج بذر (رابطه ۱) سرعت ظهور گیاهچه اندازه‌گیری شد (الیس و رابرت، ۱۹۸۱). درصد ظهور گیاهچه نیز با استفاده از داده‌های مربوط به آخرین شمارش در مقایسه با تعداد بذور کاشته شده در یک خط کاشت تعیین شد.

رابطه (۱) $$MAT=\frac{\sum n_i d_i}{\sum n_i}$$

در این رابطه، n_i: شمار گیاهچه‌های ظاهر شده در روز شمارش iام و d_i تعداد روز پس از کاشت در شمارش iام. MAT: میانگین ظهور گیاهچه. در پایان فصل رشد برای برآورد اجزای عملکرد ۱۰ بوته به طور تصادفی گزینش شد و برای اندازه‌گیری عملکردهای زیست‌توده و دانه نیز ۲ مترمربع از هر کرت با رعایت اثر حاشیه برداشت شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها هم با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. نمودارها نیز با نرم افزار Excel ترسیم شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل (میلی‌گرم در کیلوگرم)	نیتروژن کل (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زمینس بر متر)	کربن آلی (درصد)
٤۹	۳۱	۲۰	رسی سیلتی	۱۱/۹	۲۲۰	۰/۰٦٦	۷/۷	۰/۲۱۲	۰/۷۹

نتایج و بحث

درصد و سرعت سبز شدن

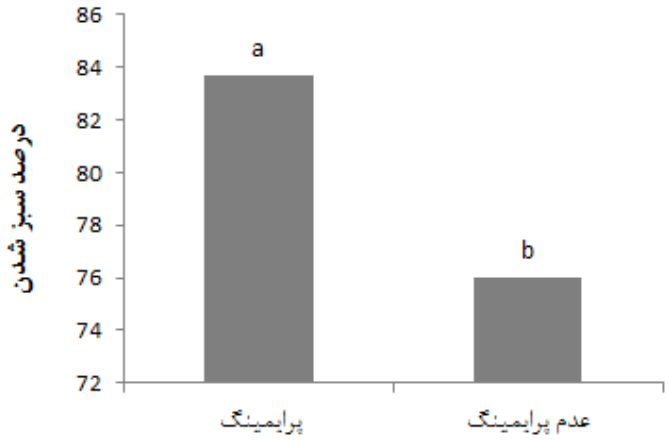
بر اساس نتایج تجزیه واریانس، درصد سبز شدن در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر پیش‌تیمار کردن معنی‌دار شد، اما اثر کود زیستی، نیتروژن و اثرگذاری‌های متقابل دو و سه گانه معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد پیش‌تیمار کردن سبب افزایش ۷ درصدی سبز شدن شد (شکل ۱). به طور کلی علت افزایش میزان جوانه‌زنی در بذرهای پیش‌تیمار شده ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده‌ای مانند آلفا آمیلاز، افزایش سطح انرژی زیستی در قالب افزایش میزان

ATP، افزایش ساخت (سنتز)، RNA، DNA، افزایش شمار و در عین حال ارتقاء عملکرد میتوکندری‌ها است (افضل، ۲۰۰۲). افزایش درصد جوانه‌زنی در اثر پیش‌تیمار کردن، ناشی از افزایش فعالیت سوخت و سازی است که در فرآیند جذب آب رخ داده و باعث می‌شود بذرهای پیش‌تیمار شده از لحاظ مراحل جوانه-زنی نسبت به بذرهای شاهد پیشرفته تر باشند (واریر و همکاران، ۲۰۱۰).

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیرگذاری‌های پیش‌تیمار آبی، میزان نیتروژن و کود زیستی بر سبزشدن و عملکرد در نخود

	میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد سبز شدن	سرعت سبز شدن	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	وزن صد دانه	تعداد غلاف در متر مربع
تکرار	۲	۰/۰۰٦ ns	۰/۰۰۰۰۰۰٤ns	٥٤١/۲۷ns	۱٥/٤٤ns	۰/۰۰۰۰۸ns	۰/۷۹*	۳۱۰۹/۷*
نیتروژن	۲	۰/۰۱ns	۰/۰۰۰۰۱٦**	۸۳۱۰۲/٤۲**	۱۱۹۷/٥**	۰/۰۰٤**	٤/۳٤**	۷٥٤۹/٥**
کود زیستی	۳	۰/۰۳ns	۰/۰۰۰۰۲۲**	۳۳۹۰۷۱/۳٦**	۱۰۹۸۱۲/۷**	۰/۰۸۷**	۱٤۲/٦٦**	٦۰۹۱۱۳/۳**
پیش‌تیمار	۱	۰/۰۸*	۰/۰۰۱۱**	۱۹۸٤٥**	۱۳٥٥۲/۸**	۰/۰۱٤**	٤۸/۷۷**	۲۳۲۱٥٤/٦**
نیتروژن× کود زیستی	٦	۰/۰۹ns	۰/۰۰۰۰۲۳**	۹۸٤٥۹/۳۱**	۹٤۹/٤**	۰/۰۰۱۳**	۰/۹٥**	٤٥٦۹/۹**
نیتروژن× پیش‌تیمار	۲	۰/۰۰۲ns	۰/۰۰۰۰۳۲**	۲۰۱۱/٥۸*	۳۹۰/۳**	۰/۰۰۰۱٦ns	۰/۰۹ns	۱۳۹۷/٥ns
کود زیستی× پیش‌تیمار	۳	۰/۰۱ns	۰/۰۰۰۰۲۲**	٥٤٥۸/٥٤**	۲۲۹۱/۸**	۰/۰۰۱**	۱/۱۹**	۱۹۳۰۳/۱**
کود × نیتروژن × پیش‌تیمار	٦	۰/۰۱ns	۰/۰۰۰۰۲۹**	۲۲۹۰/۷۷**	۸٦/۲**	۰/۰۰۰٤**	۰/۸۷**	۳۳۹٦/۹**
خطا	٤٦	۰/۰۱	۰/۰۰۰۰۰۱۸	٤۸۹/٦	۱۸/٤	۰/۰۰۰۰۸	۰/۲۳	۹۲۱/٤
ضریب تغییرات	-	۱۲/۳٤	۲/۷٦	٥/۲۱	۲/۳۳	۳/۱۱	۱/۷۱	٤/۳۳

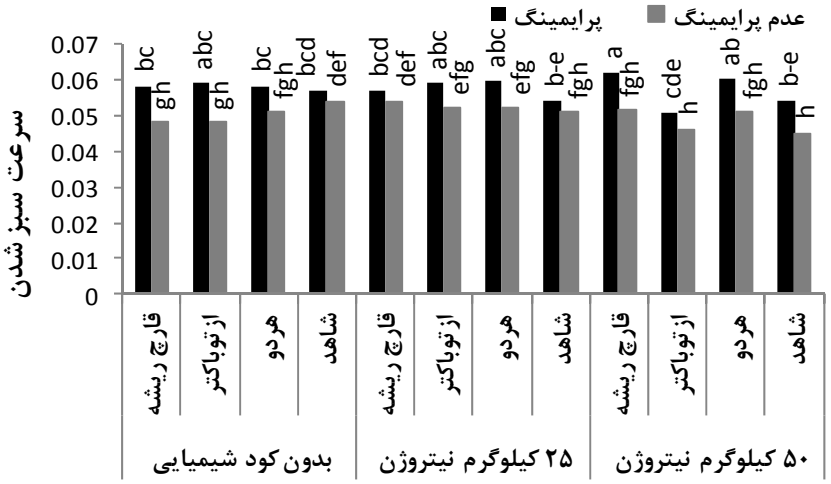
ns: غیرمعنی‌دار؛ *و ** معنی‌دار به ترتیب در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد



شکل۱- مقایسه میانگین تاثیر پیش‌تیمار آبی بر درصد سبز شدن

با توجه به جدول ۲ همه اثر گذاری‌ها در سطح یک درصد بر سرعت سبز شدن معنی‌دار شده‌اند. بذرهای پیش‌تیمار شده نسبت به بذرهای شاهد جوانه‌زنی‌شان را زودتر آغاز کرده، در نتیجه زودتر استقرار یافته و زودتر از خاک خارج می‌شوند. در این تحقیق بیشترین سرعت سبز شدن در بذرهای پیش‌تیمار شده و تلقیح شده با قارچ ریشه و کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن به‌دست آمد که البته با توجه به شکل ۲ مهم‌ترین عامل افزایش سرعت سبز شدن پیش‌تیمار کردن بذرها بوده است. افزایش سرعت سبز شدن در بذرهای ذرت در اثر پیش‌تیمار کردن مزرعه‌ای گزارش شده است (هاریس و همکاران، ۲۰۰۷). گزارش شده است میکوریزا، توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از شکل غیرقابل جذب به شکل قابل جذب دارد و منجر به

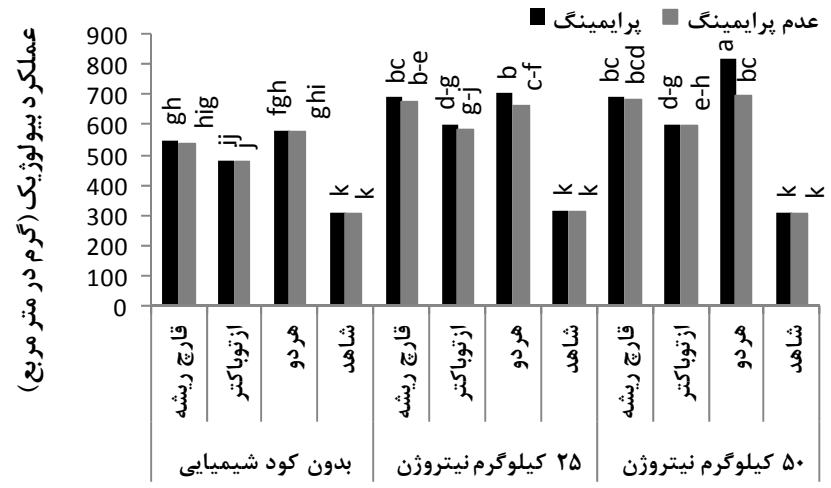
توسعه و استقرار سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر و سریعتر بذور می‌شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۷). کریشنا و همکاران (۲۰۰۸) نیز تأثیر کودهای زیستی را بر سرعت سبز کردن کلزا مثبت گزارش کردند.



شکل۲- تأثیر کود زیستی، پیش‌تیمار آبی و کاربرد نیتروژن بر سرعت سبز شدن

عملکرد بیولوژیک

با توجه به جدول ۲ اثرگذاری‌های اصلی و اثرگذاری‌های متقابل دو و سه گانه در سطوح یک و پنج درصد بر صفت عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد. با توجه به شکل ۳ بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار پیش‌تیمار کردن به همراه ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن و تلفیق قارچ ریشه و ازتوباکتر بود (۸۲۳/۷ گرم بر مترمربع) که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای دیگر داشت. با دقت در شکل ۳ مشاهده می‌شود که در حالت کاربرد کود نیتروژن و کاربرد همزمان دو کود زیستی، پیش‌تیمار کردن منجر به افزایش معنی‌دار ماده خشک تولید شده شد. در حالت کاربرد ۵۰ و ۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن توصیه شده و کاربرد توأم دو کود زیستی، پیش‌تیمار کردن نسبت به بدون پیش‌تیمار، عملکرد بیولوژیک را به ترتیب حدود ۲۳ و ۱۱ درصد افزایش داد که می‌توان نتیجه گرفت تأثیر پیش‌تیمار کردن در کنار کاربرد کودهای زیستی و نیتروژن تقویت می‌شود. پیش‌تیمار بذر باعث جوانه‌زنی سریعتر، استقرار بهتر و همچنین عملکرد دانه و کاه و کلش را در جو افزایش داد (رشید و همکاران، ۲۰۰۶). جدای از پیش‌تیمار کردن، شکل ۳ به خوبی تأثیر مثبت و معنی‌دار کاربرد کودهای زیستی را در افزایش ماده خشک تولید شده نشان می‌دهد. افزون بر نقش قارچ ریشه و باکتری‌های ازتوباکتر در افزایش جذب عناصر غذایی، این ریزجانداران باعث تحریک رشد گیاه نیز می‌شوند (صدیقی و همکاران، ۲۰۰۸). کود زیستی ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به واسطه تولید هورمون‌های رشد مانند اکسین و جیبرلین رشد اندام‌های هوایی گیاه را افزایش می‌دهد (راتی و همکاران، ۲۰۰۱).



شکل۳- تأثیر کود زیستی، پیش‌تیمار آبی و کاربرد نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک

عملکرد دانه

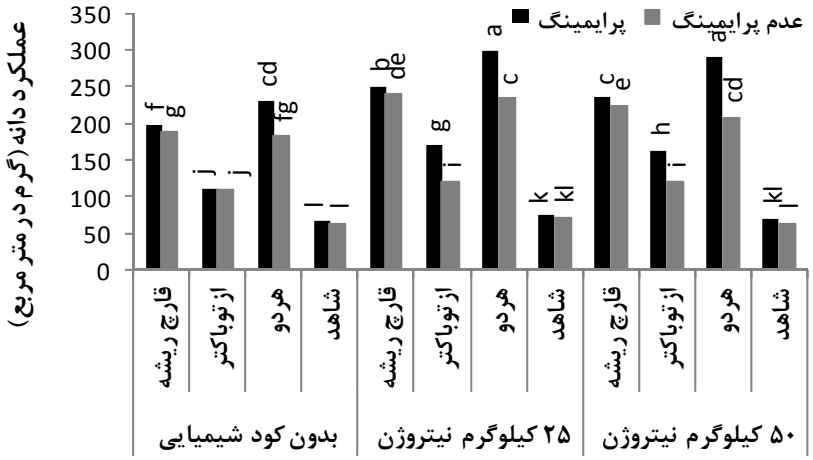
مهم‌ترین صفت مورد بررسی عملکرد دانه است که در سطح یک درصد تحت تأثیر همه اثر گذاری‌ها از جمله اثر گذاری متقابل سه گانه قرار گرفت (جدول ۲). واکنش عملکرد دانه به تیمارهای به کار رفته مانند واکنش عملکرد زیست‌توده است (شکل ٤) به صورتی که در کاربرد توأم دو کود زیستی در کنار کاربرد ۲۵ یا ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن، تیمارهای پیش‌تیمار شده بالاترین عملکرد را تولید کردند این در حالی است که بین کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن تفاوتی وجود ندارد (در هر یک از حالت‌های پیش‌تیمار شده و پیش‌تیمار نشده). البته در بررسی اثرگذاری‌های تک تک کودهای زیستی به خوبی مشخص است که کاربرد قارچ ریشه در مقایسه با ازتوباکتر تأثیر بیشتری بر افزایش عملکرد دارد (شکل ۳). مدین و همکاران (۲۰۰۳) نیز در تحقیقات خود بر روی ماشک، دو گونه از قارچ ریشه (*G. etunicatum* و *G .intraradices*) را به کار بردند و گزارش کردند که قارچ ریشه سبب افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی و سرعت رشد محصول شد، بنابراین در چنین شرایطی افزایش عملکرد محصول به طور کامل منطقی است. ارمن و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که نظام ریشه‌ای در گیاهان قارچ ریشه‌ای توسعه بیشتری یافته به طوری که قطر ریشه های فرعی در آن‌ها کاهش و طول ریشه افزایش یافته است. همه این عامل‌ها باعث می‌شود که ریشه قارچ ریشه‌ای سطح تماس بیشتری با خاک پیدا کرده و بدین صورت سریع تر آب را از خاک جذب نماید که باکتری ازتوباکتر چنین نمی‌کند. نکته مهم دیگری که می‌توان بیان کرد تفاوت بسیار کم و غیرمعنی‌دار عملکرد در سه سطح کاربرد کود نیتروژن در حالت بدون کاربرد کودهای زیستی است یعنی مصرف نکردن با کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن، عملکرد را مانند آنچه در عملکرد بیولوژیک رخ داد تغییری نداد (شکل ۳). در نخود گزارش شده است که کاربرد کودهای زیستی میکوریزا و ازتوباکتر همراه با مقادیر مناسب کود نیتروژن رشد رویشی را بهبود بخشید و سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد (جنوا و همکاران، ۲۰۰٦). هاریس و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که پرایمینگ مزرعه‌ای (خیساندن بذور در آب به مدت یک شبانه روز) در گیاه ذرت سبب بهبود روز تا شروع گلدهی، رسیدگی فیزیولوژیک و نهایتا عملکرد دانه گردید. لذا در چنین شرایطی افزایش در ماده خشک تولید شده دور از انتظار نیست.

شاخص برداشت

با توجه به جدول ۲ اثر گذاری‌های اصلی و متقابل دو و سه گانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد، تنها اثر گذاری متقابل نیتروژن در پیش‌تیمار معنی‌دار نشد. با توجه به شکل ۵ تیمار ۲۵ کیلوگرم کاربرد نیتروژن به همراه پیش‌تیمار کردن و کاربرد تلفیقی قارچ ریشه و ازتوباکتر برای شاخص برداشت، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با تیمارهای دیگر داشت (٤۳/۲۳ درصد). بالاتر بودن شاخص برداشت در تیمار پیش‌تیمار کردن، کود زیستی و کاربرد ۲۵ کیلوگرم نیتروژن نشان می‌دهد که تخصیص مواد نور ساختی بین مخزن‌های اقتصادی نسبت به دیگر مخزن‌های موجود در گیاه بیشتر بوده است. در آفتابگردان گزارش شد که پیش‌تیمار کردن بذرها سبب بهبود تسهیم ماده خشک به سمت دانه و افزایش شاخص برداشت و عملکرد دانه شد (حسین و همکاران، ۲۰۰٦). از آنجا که رابطه مثبتی بین میزان عملکرد دانه و شاخص برداشت وجود دارد لذا به نظر می‌رسد حضور قارچ ریشه با تأثیر بر شاخص برداشت، عملکرد دانه را افزایش داده است. فعالیت قارچ ریشه با تولید ترکیبات محرک رشد از جمله جیبرلین و سیستئین سبب افزایش نور ساخت و ظرفیت مخزن و در نتیجه افزایش عملکرد در گیاه ذرت شد (پانور، ۲۰۰٤).

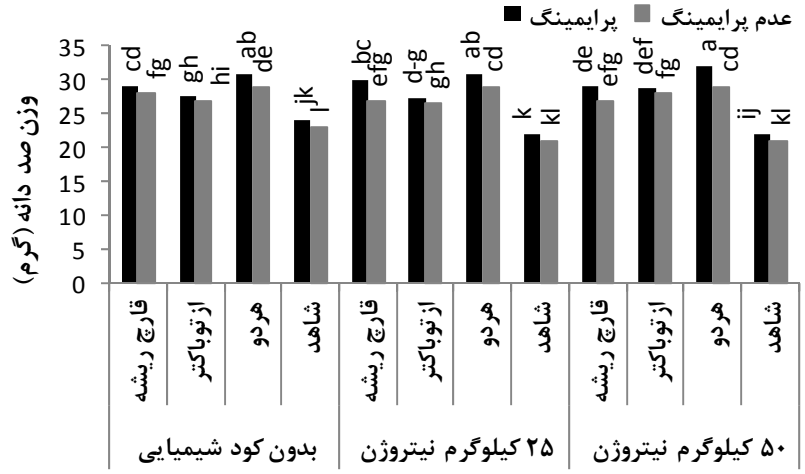
وزن صد دانه

همه اثر گذاری‌های اصلی و متقابل به جز اثر گذاری متقابل نیتروژن در پیش‌تیمار در سطح یک درصد بر وزن صد دانه معنی‌دار شد (جدول۲). همان‌طور که در شکل ٦ مشخص است، کاربرد کود زیستی سبب افزایش معنی‌دار در وزن صد دانه در تیمارهای بدون کاربرد کود نیتروژن و کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود به ویژه در تیمارهای پیش‌تیمار شده، شد. آذرنیا و عیسوند (۱۳۹۲) گزارش دادند فعالیت مخزن در گیاه نخود ناشی از بذرهای پیش‌تیمار شده با آب در مقایسه با شاهد بالاتر بود که در نهایت افزایش وزن صد دانه و عملکرد را به دنبال داشت. لطیف زاده و همکاران (۱۳۹۲) افزایش وزن هزاردانه را در اثر پیش تیمار کردن بذر گزارش کردند. برخی محققان افزایش وزن صد دانه گندم را در تلقیح با ازتوباکتر گزارش کرده‌اند (عباسپور، ۲۰۰۹). ارتاس (۲۰۱۰) افزایش اجزای عملکرد را نیز به تأثیر مثبت قارچ ریشه در افزایش سطح جذب ریشه‌ها با نفوذ میسیلیوم قارچ در خاک و در نتیجه دسترسی گیاه زراعی به حجم بیشتری از خاک و انتقال آب و مواد غذایی به اندام‌های هوایی و بهبود رشد و نمو گیاه سورگوم نسبت دادند.



شکل ٤- تأثیر کود زیستی، پیش‌تیمار آبی و کاربرد نیتروژن بر عملکرد دانه

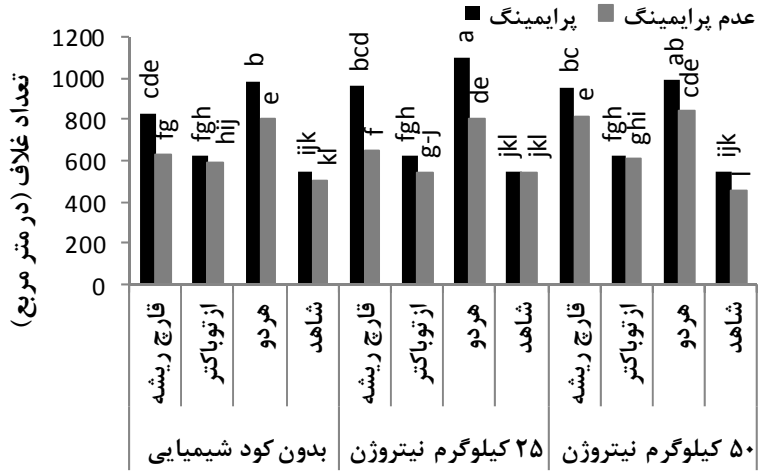
شکل ٥- تأثیر کود زیستی، پیش‌تیمار آبی و کاربرد نیتروژن بر شاخص برداشت



شکل ٦- تأثیر کود زیستی، پیش‌تیمار آبی و کاربرد نیتروژن بر وزن صد دانه

تعداد غلاف در مترمربع

با توجه به جدول ۲ اثر گذاری‌های اصلی و اثر گذاری متقابل دو و سه گانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد، تنها تأثیر متقابل نیتروژن در پیش‌تیمار شده معنی‌دار نشد. با توجه به شکل ۷ تفاوت معنی‌داری از لحاظ پیش‌تیمار شده و بدون پیش‌تیمار، کاربرد نیتروژن ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم و بدون کاربرد، کاربرد کود زیستی و بدون کاربرد مشاهده شد. تعداد دانه در غلاف یکی از اجزای مهم برای رسیدن به عملکرد اقتصادی مطلوب در نخود است و تحت تأثیر تعداد غلاف در گیاه است. به طوری که بیشترین تعداد غلاف در مترمربع (۱۰۳۱) مربوط به تیمار پیش تیمار کردن به همراه کاربرد ۲۵ کیلوگرم نیتروژن و کاربرد تلفیقی قارچ ریشه و ازتوباکتر بود. این نتایج با مشاهده‌های کائور (۲۰۰۵) که افزایش تعداد غلاف در بوته در گیاه نخود را گزارش کرد، هم‌خوانی دارد. غلامی زالی (۱۳۹٤) نشان داد که هیدروپرایمینگ بذرهای نخود، تعداد غلاف در گیاه را افزایش داد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که گیاهان در هنگام تلقیح با ریزجانداران افزایش معنی‌داری در تعداد غلاف در مترمربع نسبت به شرایط بدون تلقیح دارد (ویسی، ۲۰۰۰۳). در اینجا نیز تأثیر سودمند تلفیق پیش‌تیمار کردن با کاربرد همزمان دو کود زیستی در کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن به خوبی نمایان است (شکل ۷) و اینکه کاربرد ۱۵ کیلوگرم نیتروژن به همان اندازه کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن، مؤثر بوده است.



شکل ۷- تأثیر کود زیستی، پیش‌تیمار آبی و کاربرد نیتروژن بر تعداد غلاف در مترمربع

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که پیش‌تیمار و کاربرد کودهای زیستی از عوامل مهمی هستند که موجب استقرار بهتر گیاه زراعی نخود و در نتیجه افزایش عملکرد آن می‌شوند. کاربرد کودهای زیستی قارچ ریشه و ازتوباکتر به تنهایی یا همزمان در تلفیق با پیش‌تیمار کردن بذر توانست سرعت سبز شدن را بیشتر افزایش دهد. سطوح مختلف کود نیتروژن نیز اگرچه خود دارای اثر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه بودند، اما اثر متقابل آن با پیش‌تیمار و کودهای زیستی نتیجه بهتری داد. به طوریکه بیشترین عملکرد زیست توده در شرایط پیش‌تیمار کردن و کاربرد همزمان کودهای زیستی و کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن، به‌دست آمد. البته در مورد بیشترین عملکرد دانه همین ترکیب تیماری در کنار ترکیب کاربرد ۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن در بذرهای پیش‌تیمار شده و کاربرد همزمان هر دو کود زیستی به‌دست آمد. یافته‌های آزمایش حاضر نشان داد که اثرات ترکیبی پیش‌تیمار آبی بذر و کاربرد توأم کودهای زیستی می‌توانند جایگزینی مناسبی برای نهاده‌های شیمیایی باشند و به عنوان گزینه‌ای مناسب در راستای نیل به اهداف کشاورزی پایدار در تولید حبوبات مد نظر قرار گیرد.

منابع

آذرنیا، م.، و ح، ر، عیسوند. ۱۳۹۲. بررسی اثر هیدروپرایمینگ و پرایمینگ هورمونی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود در شرایط دیم و آبی. نشریه تولید گیاهان زراعی. جلد ۸، شماره ۱: ۱۳۵-۱۲۷.

سلطانی، ا.، ف، قادری. و ح، معمار. ۱۳۸٦. تاثیر هیدروپرایمینگ بر مولفه‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه پنبه در شرایط تنش خشکی، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۹، شماره ٦: ۳۳-۲۱.

سلیمی،ح.، ح، عباس‌دخت.، ح، اصغریوا. و م، غلامی. ۱۳۸۹. تأثیر پرایمینگ در مزرعه بر عملکرد و اجزاء عملکرد نخود. اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم. مرکز تحقیقات کشاورزی منابع طبیعی اصفهان.

غلامی‌زالی، ع. ۱۳۹۳. اثر هیدروپرایمینگ و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات رشد و فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) در دو کشت بهاره و پاییزه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

کوچکی، ل. و م، ع، تبریزی. ۱۳۸۷. ارزیابی کودهای بیولوژیکی بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا. پژوهش-های زراعی ایران. جلد ۱٦، شماره ۲: ۱٤۸-۱٤۲.

لطیف زاده، م.، م، ع، ابوطالبیان.، م، زواره. و م، ربیعی. ۱۳۹۲. تأثیر پرایمینگ بذر در مزرعه و تاریخ کاشت بر خصوصیات ظهور گیاهچه، عملکرد و اجزای عملکرد یک ژنوتیپ بومی لوبیا به عنوان کشت دوم در رشت. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. جلد ٤٤، شماره ۳: ۲۳-۳۳.

Abbaspoor, A., Zabihi, H.R., Movafegh, S., and Akbari Asl, M.H. 2009. The efficiency of plant growth promoting rhizobacteria (PGRP) on yield and yield components of two varieties of wheat in salinity conditions. American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture 3(4): 824-828.

Afzal, I., Basra, S. M. A., Ahmad, R. and Iqbal, A. 2002. Effect of different seed vigour enhancement techniques on hybrid maize (*Zea mays* L.). Pakistan Journal of Agricultural Science, 39, 109-112.

Bakare, S. O. and Ukwungwu, M. N. 2009. On-farm evaluation of seed priming technology in Nigeria. African Journal of General Agriculture, 5, 93-97.

Borrell, A. K., Hummer, G. L. and Douglas, A. C. L. 2000. Dose maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought. I. Leaf growth and senescence. Crop Sci. 40: 1026-1037.

Carletti, S. 2002. Use of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in plant micropropagation. www.oag. Auburn. Edu/argentina/pdfmanuscripts/ carletti. Pdf.

Ellis, R. A. and Roberts, E. H. 1981. The quantification of ageing and survival orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9, 373-409.

Erman, M., Demir, S., Ocak, E., Tufenkci, S., Oguz, F., and Akkopru, A. 2011. Effects of Rhizobium, arbuscular mycorrhiza and whey applications on some properties in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under irrigated and rainfed conditions 1-Yield, yield components, nodulation and AMF colonization". Earth Sci. 122: 14-24.

Garg, N. and Chandel, S. 2011. Effect of mycorrhizal inoculation on growth, nitrogen fixation and nutrient uptake in (*Cicer arietinum* L.) under salt stress Turk. J. Agric.4: 1-35.

Geneva, M., Zehirov, G., Djonova, E., Kaloyanova, N., and Georgie, G. 2006. The effect of inoculation of Pea plant with mycorrhizal fungi and Azetobacter on nitrogen and phosphorus assimilation. Plant, Soil and Environment 52(10): 435-440.

Hameeda, B., Srijana, M., Rupela, O.P., and Reddy, G. 2007. Effect of bacteria isolated from composts and macrofauna on sorghum growth and mycorrhizal colonization. World J. Microbiol. Biotech. 23: 883–887.

Harris, D., Joshi, A., Khan, P.A., Gothkar, P. and Sodhi, P.S. 2001. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. Experimental Agriculture, 35, 15-29.

Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M. and Shah, H. 2007. On-farm seed priming with zinc sulphate solution- a cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. Field Crops Research, 102, 119-127.

Hussain, M., Farooq, M., Basra, S. M. A. and Ahmad, N. 2006. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. International Journal of Agriculture & Biology, 8(1), 14-18.

ICRISAT. (International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics). 2010. Chickpea Seed Production Manual.

Kaur, S., Gupta, A. K. & Kaur, N. 2005. Seed priming increase crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. Journal Agronomy of Crop Science, 191, 81-87.

Krishna, A., Patil, C. R., Raghavendra, S. M. and Jakati, M. D. 2008. Effect of bio-fertilizers on seed germination canola inoculated with a phosphate – solubilizing isolate of Penicillium bilaj. Canadian Ecology, 28, 139-146.

Manonmani, V., M. A. J. Begum and M. Jayanthi. 2014. Halopriming of seeds. J. Seed Sci. 7: 1-13.

Medina, O.A., Kretschmer, A. E. and Sylvia, D. M. 2003. Growth response of field-grown siratro (Macroptilium atropurpureum Urb.) and Aeschynomene americana L. to inoculation with selected vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Biology and Fertility of Soils, 9(1), 54-60.

Murungu, F.S., Nyamugafata, P., Chiduza, C., Clark, L.J., and Whalley, W.R. 2003. Effects of seed priming aggregate size and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsu*tum L.) and maize (*zea mays* L.). Soil and Till. Res. 74:161-168.

Ortas, I., 2010. Effect of mycorrhiza application on plant growth and nutrient uptake in sorghum production under field conditions. Spanish J. Agri. Res. 8: 116–122.

Panwar J.D.S. 2004. Effect of VAM and Azospirillum brasilense on photosynthesis, nitrogen metabolism and grain yield in wheat. Indian Journal of Plant Physiology, 34, 357-361.

Rashid, A., Hollington, P. A., Harris, D. and Khan, P. 2006. On-farm seed priming for barley on normal, saline-sodic soils in North West Frontier Province, Pakistan. European Journal of Agronomy 24 (3): 276-281.

Ratti, N., Kumar, S., Verma, H.N., and Gautam, S.P. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to Cymbopogon martinii var. motia by rhizobacteria, azetobacter and azospirillum inoculation. Microbiology Research 156: 145-149.

Roberts, T.L. 2008. Improving Nutrient Use Efficiency. Turkish journal of agriculture and forestry 32: 177-182.

Sharma, A. K. 2003. Biofertilizer for sustainable agriculture. Agrobios. India.

Siddiqui, Z. A. and Pichtel, J. 2008. Mycorrhizae: an overview. P. 1–35. In: Z.A.Siddiqui et al., (Eds) Mycorrhizae: Sustainable agriculture and forestry. Springer Science Business Media B. V.

Solaiman, A.R.M., Rabbani, M.G., and Moll, M.N. 2005. Effect of inoculation of Rhizobium and Arbuscular Mycorriza, poultry litter, nitrogen and phosphorus on growth and yield in chickpea. Korean J. Crop Sci. 50: 256 -261.

Sturz, A. V. and Christie, B. R. 2007. Beneficial microbial allelopathies in the root zone: The management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. Soil and Tillage Research 72: 107-123.

Sylvia, D. M. and Williams, S. E. 1998. Vesicular- Arbuscular Mycorrhizae and Environmental Stress: 101-124. In: Bethlenfalvay, G.J. and Linderman, R.G., (Eds). Mycorrhizae in Sustainable Agriculture. American Society of Agronomy, Medison Wisconsin, 124 P.

Varier, A., Vari, A. K. and Dadlani, M. 2010. The subcellular basis of seed priming. Current Science, 99, 450-456.

Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil 255: 571-586.

Yasari, E. Esmaeili Azadgoleh, A.M., Pirdashti, H. and Mozafari, S. 2008. Azotobacter and Azospirillum inoculants as biofertilizers in canola (*Brassica napus* L.) cultivation. Asian Journal of Plant Science, 7: 490-494.

The study on interaction effect of biologic fertilizers, mineral nitrogen fertilizer and hydropriming on emergence properties and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.)

A. Baghbani Arani[1], Z. Adavi[1], T. Bakhtiari[2]

Received: 2017-1-18 Accepted: 2017-8-22

Abstract

Chickpea is the third most important pulse crop in the world, grown widely across Asia and the Middle East. In order to study the effect of on-farm hydropriming and two bio-fertilizers on emergence rate and yield characteristics of irrigated chickpea cultivar arman, a factorial experiment was conducted in a randomized complete blocks design with three replications at Agricultural Research Station of Kermanshah in the spring of 2016. The factors consisted of starter nitrogen (0, 25 and 50 kg/ha from sources urea) bio-fertilizer (Mycorrhizae, Azotobacter, both of them and no-application) and priming (priming and no-priming). Results showed that priming increased emergence percent by 7.6 and emergence rate by 19.8 in conjunction with mycorrhizae and 50 kg/ha nitrogen fertilizer compared with no-primed, no- nitrogen and no bio-fertilizer. Highest biological and grain yield were 823.7 and 304 $g.m^{-2}$ respectively that produced by primed seeds with application of two bio-fertilizers simultaneously at 50 and 25 kg/ha of nitrogen respectively that were 147 and 250 (1.47 and 2.50 times) percent more compared to their controls in own nitrogen fertilizer levels. In this study, the highest harvest index and number of pods/m^2 were achieved in priming treatment with application of two bio-fertilizers simultaneously and nitrogen fertilizer consumption of 25 kg/ha. The application of hydropriming seed with application of two bio-fertilizers simultaneously can be consider as a suitable way to replace part of chemical fertilizers.

Keywords: Azotobacter, emergence, mycorrhizae, yield components

1- Assistant Professor, College of Agriculture, Payam Noor University
2- MsC Student, College of Agriculture, Payam Noor University